

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-73152

(P2000-73152A)

(43) 公開日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 2 2 F 1/04		C 2 2 F 1/04	Z 4 E 0 6 7
B 2 3 K 20/00		B 2 3 K 20/00	H 4 K 0 3 2
C 2 1 D 1/26		C 2 1 D 1/26	D
	8/02		Z
C 2 2 F 1/06		C 2 2 F 1/06	

審査請求 有 請求項の数 2 F D (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-257641

(22) 出願日 平成10年8月28日 (1998.8.28)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成10年3月5日  
社団法人日本鉄鋼協会発行の「材料とプロセス, V o  
L. 11 (1998) N o. 3」に発表

(71) 出願人 391016945

大阪大学長

大阪府吹田市山田丘 1 番 1 号

(72) 発明者 齋藤 好弘

大阪府箕面市小野原東 5 - 1 - 27 - 403

(72) 発明者 宇都宮 裕

兵庫県尼崎市南武庫之荘 6 - 1 - 2

(72) 発明者 辻 伸泰

京都府京都市伏見区久我本町 1 - 2

(72) 発明者 左海 哲夫

大阪府豊中市栗ヶ丘町 4 - 26

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 5 名)

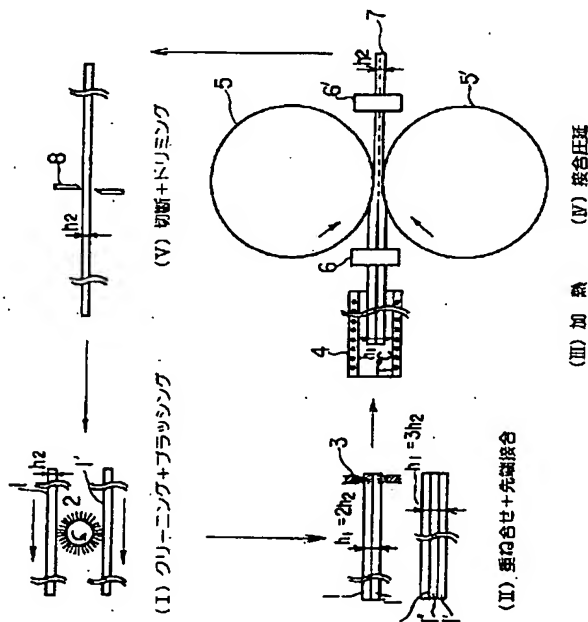
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繰返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 平均粒径が  $1 \mu\text{m}$  以下の微細結晶粒からなる超微細組織高強度金属材料いわゆるスーパーメタルの広幅薄板等の金属板を工業的に量産できる新規な製造原理及び製造方法を提供する。

【解決手段】 複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱する工程と、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱された積層板を、所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さに切断して、複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰返し行なうことにより、金属板の平均結晶粒径を  $1 \mu\text{m}$  以下に微細化することを特徴とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱する工程と、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱された積層板を、所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さに切断して複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返すことにより、金属板の平均結晶粒径を  $1\mu\text{m}$  以下に微細化することを特徴とする、繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法。

【請求項 2】 複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、室温で所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さに切断して複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返すことにより、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱することにより、金属板の平均結晶粒径を  $1\mu\text{m}$  以下に微細化することを特徴とする、繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉄鋼、アルミニウム及びアルミニウム合金、銅及び銅合金、ニッケル及びニッケル合金、チタン及びチタン合金、マグネシウム及びマグネシウム合金、その他圧延により製造し得る全ての広幅長尺の金属薄板等の結晶粒を微細化する方法に係り、特に平均粒径が  $1\mu\text{m}$  以下の微細結晶粒からなる繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】粒径が  $1\mu\text{m}$  以下の微細結晶粒からなる超微細組織高強度金属材料いわゆるスーパーメタルは通常の金属材料と化学組成は基本的に同じで組織制御によって比強度、靱性、耐食性等の性能を飛躍的（目標 2 倍）に改善した金属材料であるが、これは結晶粒の微細化により達成できることが知られている。結晶粒の微細化法としては強ひずみ冷間加工により転位密度を極限まで上昇させた後に再結晶や変態を起こさせる方法が考えられ、最近、液体窒素を用いた低温大圧下圧延焼鈍法（図 6）、せん断押し法（E C A P 法）（図 7）、粉体のメカニカルミリング法（図 8）などが提案され注目されている。低温大圧下圧延焼鈍法は、図 6 に示すよう

に、薄スラブを液体窒素などで冷却後、低温で圧延する工程を繰り返した後再結晶焼鈍を行い、薄板となす方法である。せん断押し法（E C A P 法）は、図 7 に示すように、素材を L 型の穴形状を有するダイの中に入れ、プランジャーで押ししてせん断加工を施す工程を繰り返した後、熱処理を行い、短スラブまたは棒状の素材となす方法である。粉体のメカニカルミリング法は、図 8 に示すように、金属粉末に対し、メカニカルミリング、固化、熱処理の各工程を施し、ブロックまたは板状の素材となす方法である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、低温圧延焼鈍法では圧延工程での材料の冷却と低温維持が難しく、また素材・製品板厚の制約のため、任意の大ひずみを与えられず、粒径  $1\mu\text{m}$  以下の微細化は困難である。E C A P 法では原理的に長尺の板が製造できず、粉末法では広幅の板の製造が難しいなどの問題がある。

【0004】本発明の目的は、平均粒径が  $1\mu\text{m}$  以下の微細結晶粒からなる超微細組織高強度金属材料いわゆるスーパーメタルの広幅薄板等の金属板を工業的に量産できる新規な製造原理及び製造方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いている。

【0006】（1）本発明の製造方法は、複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、再結晶温度（核生成・成長型の再結晶が起こる下限の温度）未満で回復が起こる温度域に加熱する工程と、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱された積層板を、所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さに切断して複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返すことにより、金属板の平均結晶粒径を  $1\mu\text{m}$  以下に微細化することを特徴とする、繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法である。

【0007】（2）本発明の製造方法は、複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、室温で所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さに切断して複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返すことにより、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱することにより、金属板の平均結晶粒径を  $1\mu\text{m}$  以下に微細化するこ

とを特徴とする、繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板である。

【0008】なお、ここでいう平均結晶粒径は、例えば圧延した厚さ1mmの試片の板厚中心付近から圧延面に平行に採取した直径3mm、厚さ50μmの薄片から電解ジェット研磨で作成した薄膜について、TEM写真を10枚程撮影し、粒界が明瞭な結晶粒30～50個の直径を測定し、その平均値で求めた値をいう。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明者らは、上記の課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、広幅長尺の金属板の結晶粒を超微細化して、高強度金属板を安定して製造するためには、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に板材を加熱し、繰り返し重ね接合圧延によって大ひずみを与えることが有効であるという知見を得た。

【0010】この知見に基づき、本発明者らは、繰り返し重ね接合圧延の温間圧延条件、または室温における圧延、焼鈍条件を一定範囲内に制御するようにして、平均粒径が1μm以下の微細結晶粒からなる超微細組織高強度金属材料いわゆるスーパーメタルの広幅薄板等の金属板を工業的に量産できる製造方法を見出し、本発明を完成させた。

【0011】以下に本発明の実施形態について説明する。

【0012】（第1実施形態）本発明の第1実施形態に係る繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法は、複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、再結晶温度（核生成・成長型の再結晶が起こる下限の温度）未満で回復が起こる温度域に加熱する工程と、再結晶温度未満で回復が起こる温度域に加熱された積層板を、所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さで切断して複数の金属板となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返し行なうことにより、平均結晶粒径を1μm以下に微細化することを特徴とする。

【0013】複数の金属板を積層する前に、金属板の表面を清浄化する表面清浄化（クリーニング）工程を設けた理由は、接合圧延でのロール摩耗軽減、ロール負荷の軽減、材料のロールへの焼き付き防止などの観点から、ロールに供給される潤滑剤（油脂など）が金属板表面に付着したものや汚れを取り除いて、積層された金属板の接合面を清浄化すると共に活性化して、次の接合圧延工程での接合を可能にするためである。

【0014】また、複数の金属板を積層した後に、その先端部を接合する工程を設けた理由は、1つは接合圧延の際の積層板の先端の接合力を増して接合を容易にするためである。即ち、例えば50%の圧下率で温間または

冷間圧延する場合、先端の接合力が不十分なことがあり、その場合は残留応力により先端が鱗口状に剥離して接合できない。そこで予め先端を何箇所かスポット溶接、またはボルトナット、またはワイヤなどで接合しておけば、この剥離を防止することができる。2つめの理由は、切板状の材料を温間で重ね接合圧延する場合に、先端のみならず板の周囲を何箇所か部分的に接合（仮り留め）すれば、重ねた板の密着性が確保され、加熱の際に接合を阻害する界面の酸化を抑制でき、その結果接合を容易にできるからである。

【0015】すなわち、本発明の第1実施形態に係る製造方法は、例えば、以下に示すように、広幅長尺の金属板に（1）板厚を変えずに任意の大ひずみを与える圧延方法を利用して、（2）平均粒径が1μm以下の超微細粒からなる金属板を製造する方法である。

【0016】（1）板厚を変えずに任意の大ひずみを与える圧延方法（方法A）

図1に原理を示す。即ち、同一寸法の2枚または3枚の広幅長尺の板材から出発し、（I）クリーニング+ブラッシング（表面清浄化工程）、（II）重ね合わせ（積層）+先端部接合、（III）加熱、（IV）接合圧延、（V）切断+トリミングの5工程を繰り返す。

【0017】（I）では厚さ $h_2$ の2枚の板1、1'の接合面を、3枚の場合はその他にサンドイッチされる板1'の両面を脱脂し、スチールワイヤブラシ2を用いてブラッシングして表面を清浄化する。この表面清浄化処理は、前述したように良好な接合強度を得るために行うことが望ましい。

【0018】（II）では、2枚または3枚の板を重ねて先端部をスポット溶接機3、またはボルトナット、ワイヤ等で接合し、厚さ $h_1 = 2h_2$ または $3h_2$ とする。この先端部接合処理は、前述したように接合圧延の際の板材の圧延ずれを防いで、接合圧延を安定させるために行うことが望ましい。

【0019】（III）では（IV）の接合圧延で材料が耳割れを生じることなく接合できる温度範囲に加熱炉4により加熱する。

【0020】（IV）では出発の板と同じ板厚（初期板厚） $h_2$ まで1パスまたは必要に応じて2パス以上でロール5、5'とサイドローラーガイド6、6'を用いて圧接圧延し、一体化する。ここで、サイドローラーガイド6'はエッジングロールの機能も兼ね備えている。

【0021】（V）では得られた板7の先後端をカッター8によりクロッピングし、さらに板の両端を必要に応じてトリミングした後、長さを2等分（2枚重ねの場合）または3等分（3枚重ねの場合）する。

【0022】この5工程で材料に与えられるひずみは2枚重ねでは圧下率 $r = 50\%$ 、相当ひずみ $\epsilon = (2/\sqrt{3}) \ln 2 = 0.80$ 、3枚重ねの場合は $r = 67\%$ 、 $\epsilon = (2/\sqrt{3}) \ln 3 = 1.27$ である。

【0023】したがって上記(Ⅰ)～(Ⅴ)の5工程をn回(サイクル)繰り返すと、全圧下率 $r_t$ は2枚重ねで $r_t = (1 - 2^{-n}) \times 100\%$ 、3枚重ねで $r_t = (1 - 3^{-n}) \times 100\%$ 、累積相当ひずみ $\varepsilon_t = n \varepsilon$ となる。

【0024】なお、本発明では、繰り返し重ね圧延中に、多少板厚が目標値(初期板厚:  $h_2$ )から外れても本発明の効果は得られる。例えば、 $1\text{mm} \rightarrow 0.9\text{mm} \rightarrow 1.1\text{mm} \rightarrow 1.05\text{mm}$ のように多少ばらついても何等問題はない。但し、極端に外れると圧下率が不足して接合不良を生じるおそれがある。

【0025】また、 $1\text{mm} \rightarrow 0.95\text{mm} \rightarrow 0.9\text{mm} \rightarrow 0.85\text{mm}$ のように板厚を徐々に減少したり、 $1\text{mm} \rightarrow 1.05\text{mm} \rightarrow 1.1\text{mm} \rightarrow 1.15\text{mm}$ のように徐々に増すことも可能である。但し、後者の場合は圧下率が50%より小さくなるので、効果が幾分低下したり、接合不十分となる可能性はある。即ち、各パスの圧下率が接合に必要な圧下率以上であれば板厚が多少変化しても問題はないということである。

【0026】(2) 粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒からなる金属板を製造する方法(方法B) 方法Aは板の延性の限界に達しない限り、原理的には無限に大きなひずみを与えることができる。

【0027】したがって、方法Aの工程(Ⅲ)における圧延前の加熱温度(T)を材料の再結晶温度(核生成・成長型の再結晶が起こる下限の温度)未満で回復が起こる温度域に設定すれば、圧延後の冷却時、および圧延前の加熱時に核生成・成長型の再結晶(即ち転位密度の極めて高い加工組織内に、転位密度が極めて低くかつ明瞭な境界に囲まれた微小な再結晶核が多数生成し、それらが急速に成長することによって加工組織が再結晶組織に変わるような組織変化)は起こらずに、圧延加工による転位密度の上昇と、回復による転位の再配列が繰り返される。その過程で、結晶粒は薄く引き延ばされると共に微細な亜結晶(サブグレイン)または転位が絡み合った構造のセルに分割され、更に隣接するサブグレインまたはセルの方位差が増加して、サブグレインまたはセルは大傾角粒界に囲まれた超微細結晶粒となる。その結果、板材の平均結晶粒径を $1\mu\text{m}$ 以下の微細組織とすることができる。

【0028】(第2実施形態) 本発明の第2実施形態に係る繰り返し重ね接合圧延による超微細組織高強度金属板の製造方法は、複数の金属板を積層して接合圧延を行い、超微細組織高強度金属板を製造する方法において、表面を清浄化した複数の金属板材を積層し、その先端部を接合する工程と、先端部を接合された積層板を、室温で所定の板厚まで圧延して接合する工程と、接合圧延された積層板を長手方向に所定の長さで切断して複数の金属板材となし、これらの表面を清浄化する工程とを複数サイクル繰り返し行なった後、再結晶温度(核生成・成

長型の再結晶が起こる下限の温度)未満で回復が起こる温度域に加熱することにより、金属板の平均結晶粒径を $1\mu\text{m}$ 以下に微細化することを特徴とする。

【0029】複数の金属板を積層する前に、表面清浄化(クリーニング)工程を設け、さらに複数の金属板を積層した後に、その先端部を接合する工程を設けた理由は、上記第1実施形態と同様である。

【0030】すなわち、本発明の第2実施形態に係る製造方法は、上記第1実施形態と同様に、例えば、広幅長尺の金属板に(1)板厚を変えずに任意の大ひずみを与える圧延方法を利用して、(2)平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒からなる金属板を製造する方法である。

【0031】(1)板厚を変えずに任意の大ひずみを与える圧延方法(方法A)

上記第1実施形態と同様(但し、本実施形態では、室温で圧延を行うため、工程(Ⅲ)における圧延前の加熱は行わない。)

【0032】(2)粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒からなる金属板を製造する方法(方法B)

本実施形態で対象とする室温で延性のある材料では、材料を加熱せずに室温で方法Aにより延性の限界に達するまで圧延を繰り返した後、再結晶温度(核生成・成長型の再結晶が起こる下限の温度)未満で回復が起こる温度域に加熱して焼鈍することにより平均結晶粒径を $1\mu\text{m}$ 以下に微細化できる。その理由は次のとおりである。室温で延性のある金属材料では、室温において方法Aによる圧延を繰り返すことにより転位密度が十分に高い加工硬化状態になると、室温においても部分的な回復による転位の再配列が起こり、部分的にサブグレインが形成される。しかし、大部分は転位が絡み合った微細なセル構造のままである。このセル壁は極めて高密度に転位が集積したものであるが、その両側のセルの方位差はサブグレインの場合と同様に方法Aによる圧延の繰り返しと共に増加する。そのような局所方位差の大きな微細なセル構造を持つ材料を、回復が起こる温度域に加熱すると、局所方位差の大きいセル壁は大傾角粒界に変わり、セルは大傾角粒界に囲まれた超微細結晶粒になる。

【0033】なお、ここでいう室温で延性のある材料とは、室温で大きな圧下率まで割れを生じることなく圧延できる材料の意味であり、例えばAl、Cu等比較的融点の低いfcc金属またはそれらの低合金が主なものであるが、純鉄、極低炭素鋼またはIF鋼等、延性の高いbcc金属も含まれる。但し、比較的融点の高い金属では室温での接合が難しくなるので3枚重ね圧延(圧下率67%)が必要となる。上記したように、本発明では、圧延により製造し得る全ての広幅長尺の金属薄板等の金属板に対し、板厚一定で任意の大ひずみを付与し、平均結晶粒径を $1\mu\text{m}$ 以下に微細化することが可能であるため、素材・製品板厚の制約を受けずに、超微細組織高強度金属板を工業的に量産することが可能となる。

【0034】以下に本発明の実施例を挙げ、本発明の効果  
を立証する。

【0035】

【実施例】（実施例1）工業用純アルミニウム（1100）及びA1-4.5%Mg-0.6%Mn合金（5083）への適用結果：厚さ1mm、幅20mm、初期粒径37 $\mu$ m（1100）と18 $\mu$ m（5083）のO材を200℃（回復温度）で2枚重ね法により圧延を繰り返した。図2に得られた板の室温における引張強さと伸び（JIS5号試験片の1/5試片）の繰り返し重ね圧延回数に対する変化を示す。1100合金では6サイクル以上で、引張強さは300MPaと出発材（O材）の3.6倍に達し、5083合金も7サイクルで550MPaと出発材の1.7倍に達し、さらに上昇傾向にある。伸びは7%程度まで低下するがサイクル数が増加してもそれ以上低下しない。図3に上記繰り返し重ね接合圧延されたアルミニウム合金（1100、5083）の透過電子顕微鏡像とその中心部（直径1.6 $\mu$ m）の制限視野回折図形の写真を示す。図3（a）は8回繰り返し重ね接合圧延された1100合金の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形の写真、図3（b）は7回繰り返し重ね接合圧延された5083合金の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形の写真である。図3（a）、（b）の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形は、いずれの合金も平均粒径1 $\mu$ m以下の多結晶化した超微細粒組織が形成されていることを示している。

【0036】（実施例2）極低炭素IF（Interstitial Free）鋼への適用結果：厚さ1mm、幅20mm、初期粒径27 $\mu$ mのTi添加IF鋼（C：20ppm、Mn：0.17%、Ti：0.07%）を加熱温度500℃（回復温度）で2枚重ね圧延を繰り返した。図4に室温における引張強さと伸びの繰り返し重ね圧延回数に対する変化を示す。5サイクルで引張強さは760MPaと出発材の2.7倍に達し、伸びは6%と延性を失わない。7サイクルでは引張強さは870MPaと出発材の3.1倍に達する。

【0037】図5に上記7回繰り返し重ね接合圧延されたTi添加IF鋼の透過電子顕微鏡像とその中心部（直径1.6 $\mu$ m）の制限視野回折図形の写真を示す。図5の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形は平均粒径が1 $\mu$ m以下の超微細粒組織であることを示している。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

繰り返し重ね接合圧延の温間圧延条件、または室温における圧延、焼鈍条件を特定することにより、粒径が1 $\mu$ m以下の微細結晶粒からなる超微細組織高強度金属材料いわゆるスーパーメタルの広幅薄板等の金属板を工業的に量産できる新規な製造原理及び製造方法を提供することができる。

【0039】本発明の製造方法は、鉄鋼、アルミニウム及びアルミニウム合金、銅及び銅合金、ニッケル及びニッケル合金、チタン及びチタン合金、マグネシウム及びマグネシウム合金、その他圧延により製造し得る全ての広幅長尺の金属薄板等の金属板に適用可能である。

【0040】また、本発明で製造される超微細組織高強度金属材料（いわゆるスーパーメタル）は、自動車、航空機、スペースプレーン、鉄道車両などに、省資源、省エネルギー、環境適応材料の観点から適用可能であるなど、産業上の利用価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る温間繰り返し重ね接合圧延方法を示す図。

【図2】本発明の実施例1に係る繰り返し重ね接合圧延回数によるアルミニウム合金の引張強さと伸び率の変化を示す図。

【図3】本発明の実施例1に係る200℃で繰り返し重ね接合圧延されたアルミニウム合金の透過電子顕微鏡像とその中心部（直径1.6 $\mu$ m）の制限視野回折図形の写真。（a）は8回繰り返し重ね接合圧延された1100合金の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形の写真。（b）は7回繰り返し重ね接合圧延された5083合金の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形の写真。

【図4】本発明の実施例2に係る繰り返し重ね接合圧延回数によるIF鋼の引張強さと伸び率の変化を示す図。

【図5】本発明の実施例2に係る500℃で7回繰り返し重ね接合圧延されたIF鋼の透過電子顕微鏡像とその中心部（直径1.6 $\mu$ m）の制限視野回折図形の写真。

【図6】低温大圧下圧延法を示す図。

【図7】せん断押し出し法（ECAP法）を示す図。

【図8】粉体のメカニカルミリング法を示す図。

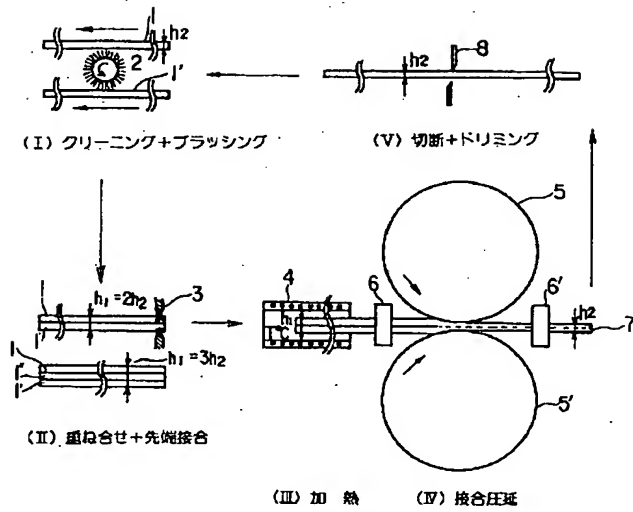
【符号の説明】

1, 1', 1''...金属板材、2...スチールワイヤブラシ、3...スポット溶接機、4...加熱炉、5, 5'...圧延ロール、6, 6'...サイドローラガイド（またはエッジングロール）、7...金属板、8...カッター。

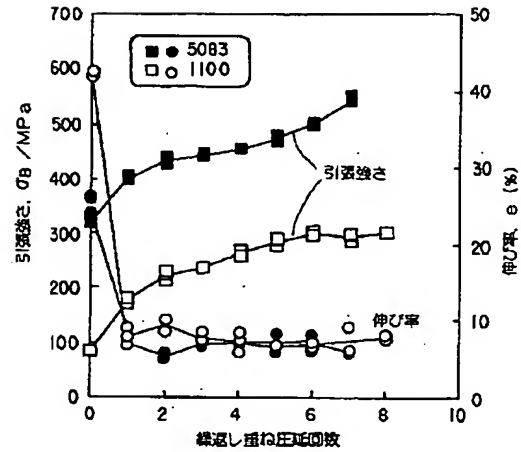
【図8】



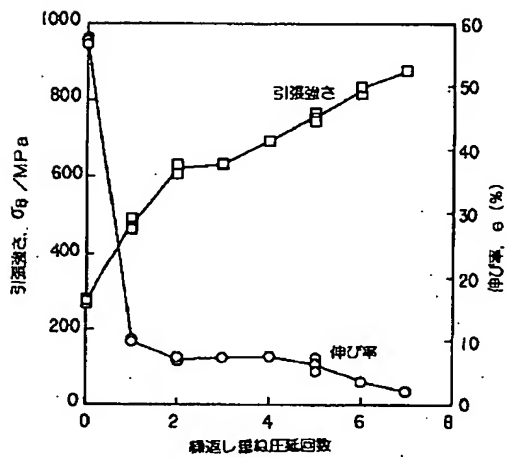
【図 1】



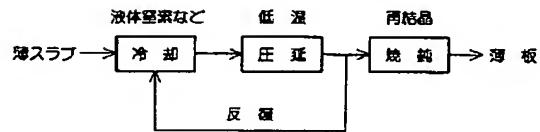
【図 2】



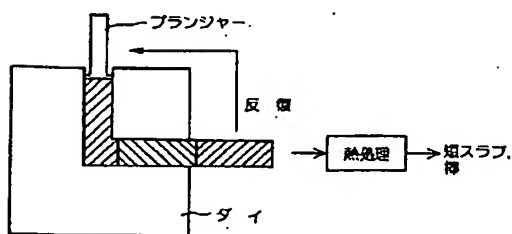
【図 4】



【図 6】

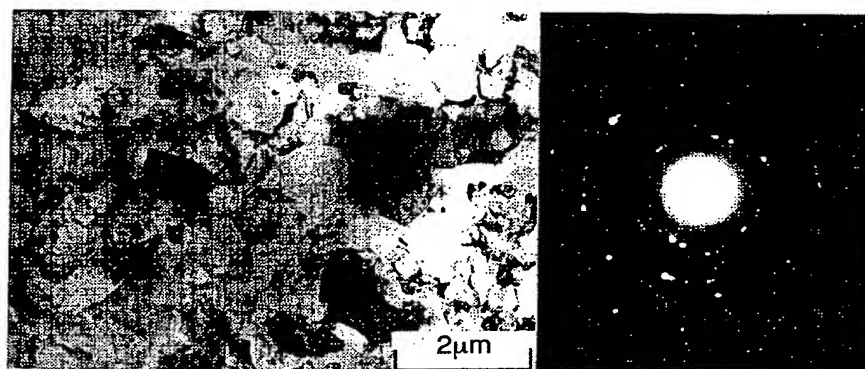


【図 7】

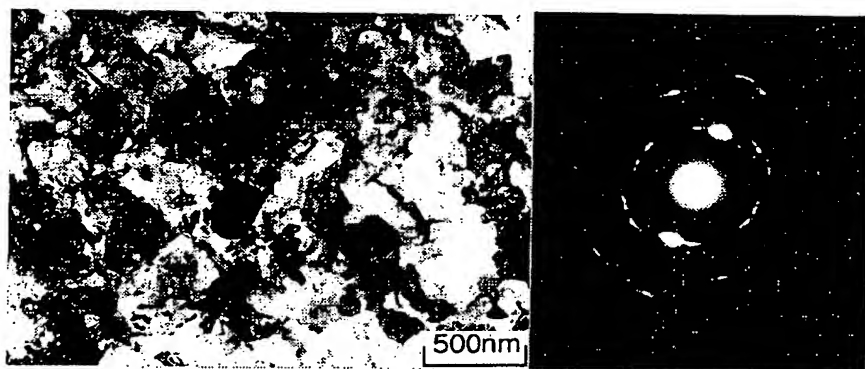


【図3】

図面代用写真



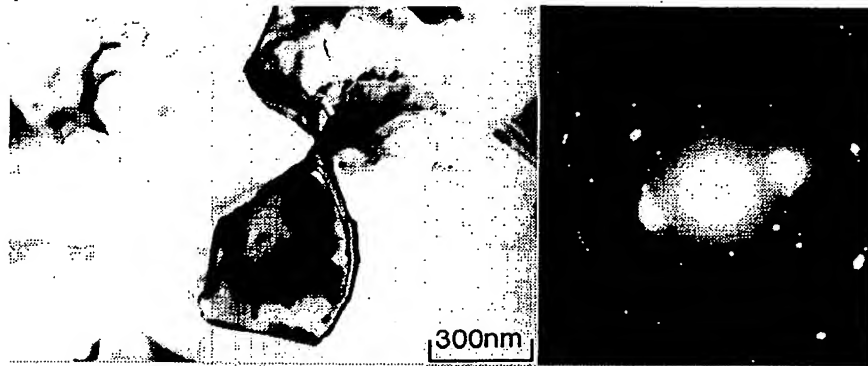
(a) 8回繰り返し重ね接合圧延された1100合金



(b) 7回繰り返し重ね接合圧延された5083合金

【図5】

図面代用写真



5.0 0℃で7回繰り返し重ね接合圧延された  
IF鋼の透過電子顕微鏡像とその制限視野回折図形

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード (参考)
C 2 2 F 1/08		C 2 2 F 1/08	A
1/18		1/18	H
// C 2 2 F 1/00	6 0 4	1/00	6 0 4
	6 2 7		6 2 7
	6 3 0		6 3 0 A
	6 8 5		6 8 5 Z
	6 8 6		6 8 6 B

F ターム (参考) 4E067 AA01 AA02 AA05 AA07 AA09  
AA12 BB02 BD01 DA00 DA01  
DA10 EA06 EA07 EA08 EB00  
4K032 AA04 AA16 AA35 BA01 CC01



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**